

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 10 月 30 日 (30.10.2003)

PCT

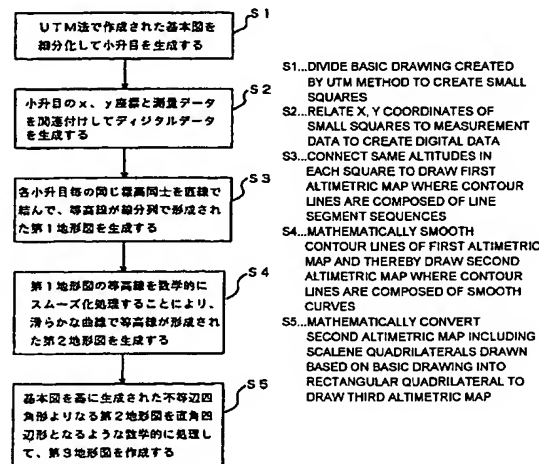
(10) 国際公開番号  
WO 03/090184 A1

- (51) 国際特許分類: G09B 29/00 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 岩田 完成 (IWATA,Kansei) [JP/JP]; 〒192-0363 東京都 八王子市 別所 1-5 3-2 Tokyo (JP). ダニエル ビサン (DANIEL,Visan) [RO/JP]; 〒192-0364 東京都 八王子市 南大沢 5 丁目多摩ニュータウンベルコリーヌ南大沢学園 2 番街 4-3 0 9 Tokyo (JP). ピク フローリン (PICU,Florin) [RO/JP]; 〒229-0034 神奈川県 相模原市 共和 1-3-1 プレジオ藤井 1 0 2 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/05038
- (22) 国際出願日: 2003 年 4 月 21 日 (21.04.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-119513 2002 年 4 月 22 日 (22.04.2002) JP  
特願2002-240548 2002 年 8 月 21 日 (21.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 デージーエス・コンピュータ (DGS COMPUTER) [JP/JP]; 〒192-0364 東京都 八王子市 南大沢 2-2 7 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高崎 芳紘 (TAKASAKI,Yoshihiro); 〒277-0011 千葉県 柏市東上町 2 番 2 8 号水戸屋ビル Chiba (JP).
- (81) 指定国 (国内): CA, CN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

/続葉有/

(54) Title: DIGITAL ALTIMETRIC MAP DRAWING METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: デジタル地形図の作成方法及び作成装置



(57) Abstract: A digital map is created by a method comprising a step of dividing a basic drawing created by the UTM projection into thus created squares with predetermined intervals, further dividing the squares into small squares (4) by interpolating data lacking between squares and discontinuous data in each square, a step of creating digital data while relating the x, y coordinates of the small squares (4) to the altitudes obtained by survey, connecting the small squares (4) at the same altitude through straight lines one by one to draw a first altimetric map (5) where contour lines (6) are composed of line segment sequences, and a step of drawing a second altimetric map (7) where contour lines (6) are formed of curves smoother than the contour lines (6) formed of the line segment sequences by mathematically smoothing the contour lines (6) of the first altimetric map (5). Thus, a digital altimetric map where contour lines (6) are expressed by smooth curves can be drawn in a short time.

/続葉有/



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: UTM図法で作成された基本図を所定の間隔で升目状に区分し、かつ得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足するデータ及び各升目内の不連続なデータ間を補間して小升目(4)を生成する工程と、得られた小升目(4)のx、y座標と測量により得られた標高を関連付けてデジタルデータを生成し、かつ標高が同じ前記小升目(4)を順次直線で結ぶことにより、等高線(6)が線分列で形成された第1地形図(5)を生成する工程と、第1地形図(5)の等高線(6)を数学的にスムーズ化处理することにより、線分列で形成された等高線(6)より滑らかな曲線で等高線(6)が形成された第2地形図(7)を生成する工程とによりデジタル地形図を作成するようにしたもので、滑らかな曲線で等高線(6)が表示されたデジタル地形図が短時間で容易に得られる。

## 明細書

## デジタル地形図の作成方法及び作成装置

## 5 技術分野

本発明は測量データを数学的に処理して等高線を生成することにより、デジタル地形図を作成するデジタル地形図の作成方法及び測量データを数学的に処理することにより生成された等高線を主要要素とし、すでにデジタル化されている海岸線や河川、湖沼、鉄道、道路、建造物等の地図要素を合成してデジタル地形図を作成するデジタル地形図の作成方法及び作成装置に関する。

## 背景技術

従来、国土地理院で作成されている地形図は、地表の起伏を等高線で表現しているが、等高線による地形図の作成に当っては、水準点を基準とした三角測量により測量点の標高を測量し、得られた多数の測量点のうち標高が同一の測量点を雲形定規等の製図器具を使用して一つづつ手作業で結ぶことにより作成している。

しかしこの方法では、より精度の高い地形図を得るためには膨大な量の測量点から作成する必要があり、等高線を作成するのに多くの時間と労力を必要とすると共に、得られた測量データを手作業で処理して地形図を作成しなければならないため、地形図の作成にも多くの時間と労力を必要とする上、人為的なミスも発

生しやすいため、作成された地形図は精度や信頼性が低い等の問題がある。

一方等高線により地表の起伏が表現された従来の地形図を、パターン認識等の処理により2値化（デジタル化）し、得られたデジタルデータを曲線化処理することにより地形図を作成したり、等高線を座標読み取り装置により読み取って座標データを作成し、得られた座標データを画像処理して地形図を作成する方法も試みられているが、前者の方法では、得られたデジタルデータの特性の不均一性から滑らかな曲線の地形図が作成できない等の問題があり、後者の方法では、座標データの量が膨大なため処理に困難が伴う等の問題がある。

また等高線のデータがデジタルなベクトルデータであっても等高線そのものが高さ方向の情報、すなわち3次元情報を有していないため、例えば地形図上に道路を計画しても地形の高低差が判読できなかったり、地形図に表示された峡谷に降雨があった場合雨水がどのようにして峡谷に集水されるか、また分水嶺に降雨があった場合分水嶺を境にして雨水はどの方向に流れるか、送電線や通信線を設置する場合地形図のどの位置に鉄塔を設置するか、火山が噴火した場合火砕流はどのように流れるか、海岸線に対して津波はどのように押し寄せるか等をCADでシミュレーションしようとしても、従来の地形図では不可能である等の問題がある。

本発明はかかる従来の問題点を改善するためになされたもので、精度の高いデジタル地形図が短時間で容易に作成できるデジタル地形図の作成方法を提供することを目的とするものである。

また本発明は、地形の等高線を3次元のデジタルデータで作成し、得られた

等高線を主要要素として、すでにデジタル化されている海岸線や河川、湖沼、鉄道、道路、建造物等の地図要素を合成して使用することができるデジタル地形図の作成方法及び作成装置を提供することを目的とするものである。

## 5 発明の開示

- 本発明のデジタル地形図の作成方法は、UTM図法で作成された基本図を所定の間隔で升目状に区分し、かつ得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足するデータ及び各升目内の不連続なデータ間を補間して小升目を生成する工程と、得られた小升目の $x$ 、 $y$ 座標と測量により得られた標高を関連付けて合理性のあるアルゴリズムを根拠にデジタルデータを生成し、かつ標高が同じ前記小升目を順次直線で結ぶことにより、等高線が線分列で形成された第1地形図を生成する工程と、第1地形図の等高線を数学的にスムーズ化处理することにより、線分列で形成された等高線より滑らかな曲線で等高線が形成された第2地形図を生成する工程とによりデジタル地形図を作成するようにしたものである。

これにより、各工程をコンピュータで処理することにより、滑らかな曲線で等高線が表示されたデジタル地形図が短時間で容易に得られると共に、膨大な測量データを手作業で処理する場合に比べて、人為的なミスが発生することが少ないため、地形図の精度及び信頼性の大幅な向上が図れるようになる。

- 本発明のデジタル地形図の作成方法は、第2地形図を生成するデジタルデータを地図要素データと共に記録手段に格納し、かつこれらデータを単独または

レイヤー構造に合成して表示手段に表示し、または地形図として紙等に出力できるようにしたものである。

これにより、等高線の表示された第2地形図に、簡単に地図要素を合成して表示手段に表示したり、地形図として紙等に出力する等の作業が容易に行えると共に、必要に応じて地図要素の一部だけを第2地形図に合成することができるため、  
5 地形図の利便性が一段と向上する。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、標高が同じ小升目を順次直線で結んで第1地形図を生成する際、線分列が互いに交差することのないよう数学的处理が適性に行われているかをチェックするチェック機能を設けたものである。

10 これにより、得られたデジタルデータの信頼性が向上するため、より精度の高いデジタル地形図が得られるようになる。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、UTM図法により作成された基本図を基に生成された不等辺四辺形の第2地形図及び地図要素を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して第3地形図及び地図要素を作成したものである。

15 これにより、互いに隣接する第3地形図を寄せ集めた際、等高線や、鉄道、道路、境界線等の地図要素にズレが生じることがない。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、利用者が独自に作成した利用者地図要素をデータベース化して記録手段に格納し、かつこれら利用者地図要素と前記第3地形図を単独またはレイヤー構造に合成して表示手段に表示し、または地形  
20 図として紙等に出力できるようにしたものである。

これにより、最新の地形図や、利用者の利用目的に応じた地形図が容易に得ら

れるようになる。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、UTM図法で作成された基本図を所定の間隔で升目状に区分し、かつ得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足するデータ及び各升目内の不連続なデータ間を補間して小升目を生成する工程と、得られた小升目のx、y座標と測量により得られた標高を関連付けて合理性のあるアルゴリズムを根拠に3次元のデジタルデータを生成し、かつ標高が同じ前記小升目を順次直線で結ぶことにより、等高線が線分列で形成された第1地形図を生成する工程と、第1地形図の等高線を数学的にスムーズ化处理することにより、線分列で形成された等高線より滑らかな曲線で等高線が形成された第2地形図を生成する工程と、UTM図法により作成された基本図及び地図要素を基に生成された不等辺四辺形を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して、第2地形図から第3地形図を作成する工程と、第3地形図を生成するデジタルデータを地図要素データと共に記録手段に格納し、かつこれらデータを単独またはレイヤー構造に合成して表示手段に表示し、または地形図として紙等に出力する工程とによりデジタル地形図を作成するようにしたものである。

これにより、各工程をコンピュータで処理することにより、滑らかな曲線で等高線が表示されたデジタル地形図が短時間で容易に得られると共に、膨大な測量データを手作業で処理する場合に比べて、人為的なミスが発生することが少ないため、地形図の精度及び信頼性の大幅な向上が図れるようになる。

またUTM図法により作成された基本図及び地図要素を基に生成された不等辺四辺形を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して、第2地形図から第

3 地形図を作成するようにしたことから、互いに隣接する第3地形図を寄せ集めて表示手段に表示したり、地形図として紙等に出力した際、等高線や、湖沼、海、海岸線、鉄道、道路、建造物、市町村の境界線等の地図要素にズレが生じることがない。

- 5 本発明のデジタル地形図の作成方法は、表示手段に表示させた第3地形図に、標高に応じて色分けしたカラースケールと、カラースケールに沿って移動自在なスライダーを有するダイアログを表示させ、かつスライダーをカラースケールに沿って移動させることにより、第3地形図を標高毎に任意な色に着色できるようにしたものである。
- 10 これにより、平地は緑色に、そして標高が高くなるに従って緑色から褐色へと順次色分けされたカラー地形図が容易に得られると共に、平地のように標高差の小さい地形図の場合は、スライダーを移動させ等高線の着色範囲を細かく指定することにより、標高毎に細かく色分けされた第3地形図が得られるため、高低差の判別が容易に行えるようになる。
- 15 本発明のデジタル地形図の作成方法は、表示手段に表示させた第3地形図に、任意な等高線の標高を表示する標高表示欄と、着色する等高線の色を指定するカラーパレットを有するダイアログを表示させ、かつ標高表示欄に着色する等高線の標高を、そしてカラーパレットより色を入力することにより、第3地形図の等高線を標高毎に任意な色に着色できるようにしたものである。
- 20 これにより、等高線の間隔が狭いため同一標高の等高線が判別しにくい第3地形図でも、所望とする標高の等高線を任意な色で着色することにより、同一標高



の等高線の判別が容易に行えるようになる。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、第3地形図の表示された表示手段にサブ画面を表示させ、かつサブ画面に表示手段に表示された任意な場所の第3地形図に連続する周辺の第3地形図を、地図番号と地図名で表示したものである。

- 5     これにより、サブ画面を見ることにより表示手段に表示させた第3地形図周辺の地形図が、地図番号と地図名から容易に把握することができる。

- 本発明のデジタル地形図の作成方法は、表示手段に第3地形図とともに十字上に交差するX軸カーソルとY軸カーソルを表示させ、かつX、Y軸カーソルを任意な方向へ移動させて、X、Y軸カーソルの交点を第3地形図の任意な場所に  
10    合わせることにより、交点の緯度と経度を表示手段の一部に表示したものである。

- これにより、表示手段に表示された各第3地形図は、互いに合成されて継目部分の等高線が連続しているため、カーソルの交点を移動させることにより、隣接する第3地形図へ連続してスクロールできると共に、いまカーソルの交点が地形図上のどの位置にあるかは、サブ画面を見ることにより容易に判断す  
15    ることができる。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、表示手段に表示させた第3地形図上に任意な複数点を設定し、かつこれら複数点を直線または滑らかな曲線で結ぶことにより、直線または曲線で断面された第3地形図の断面図を表示手段の一部に表示したものである。

- 20    これにより、断面図を参照して鉄塔の高さを設計したり、鉄塔の設置場所を検討することにより、現場での測量を必要とせずに鉄塔の設置場所や高圧線の鉄塔

の設置場所や高圧線の布設ルートを決定することが可能になる。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、表示手段に表示させた第3地形図の同じ標高の等高線上に、河川を横切るように任意な2点を設定し、かつこれら2点を直線で結ぶことにより、直線で断面された河川の断面図を表示手段の一部に  
5 表示すると共に、等高線と直線及び断面から直線より上流側の貯水量を算出したものである。

これにより、第3地形図に表示された河川のどの位置にダムを建設した場合に、どの程度の貯水量が得られるかを瞬時に算出することが可能となる。

本発明のデジタル地形図の作成方法は、表示手段に表示させた第3地形図の  
10 湖や沼を囲む同じ標高の等高線上に、湖や沼を横切るように任意な2点を設定し、かつこれら2点を直線で結ぶことにより、直線で断面された湖や沼の断面図を表示手段の一部に表示すると共に、等高線及び断面から湖や沼の貯水量を算出したものである。

これにより、湖や沼の深さや底部の地形が断面図を見ることにより容易に把握  
15 できると共に、湖や沼の貯水量が瞬時に算出できるようになる。

本発明の地形図の作成方法は、表示手段に表示させた第3地形図に、地形の傾斜方向と傾斜の大きさを示す矢印を表示したものである。

これにより、地形の傾斜方向や傾斜の大きさが第3地形図上に表示された矢印により容易に把握できるようになる。

20 本発明のデジタル地形図の作成装置は、UTM図法により作成された基本図を升目状に分割し、得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足す

- るデータ及び各小目内の不連続なデータ間を補間して小升目を形成し、これら小  
升目毎にデジタル地形図のデジタルデータから標高を読み込み、平面に配列、  
ブロック化してメッシュ状データを作成し、ベクトルデータとして格納する手段  
と、格納手段に格納された各小升目毎のベクトルデータを読み出して、標高の許  
5 容範囲を定義したデータより標高が同一値の場合は近傍の測定点を選択しながら  
各小升目を直線で結んでいく処理を行うことにより、これら線分列が互いに交差  
することがなく、かつ合理性のあるアルゴリズムを根拠に第1地形図を生成する  
手段と、前記処理により得られた第1地形図の線分列の接点を通り、かつ微分係  
数が連続的な曲線を数学的にスムーズ化処理することにより、曲線群により等高  
10 線が構成された第2地形図を作成する手段と、UTM図法により作成された前記  
基本図及び地図要素を基に生成された不等辺四辺形を、直角四辺形となるよう数  
学的に修正及び補間して、前記第2地形図から第3地形図を作成する手段と、前  
記第3地形図を生成するデジタルデータを地図要素データと共に格納する記録  
手段と、前記記録手段に格納されたデジタルデータを単独またはレイヤー構造  
15 に合成して表示する表示手段とを具備したことを特徴とするものである。

これにより、滑らかな曲線で等高線が表示されたデジタル地形図が短時間で  
容易に得られると共に、膨大な測量データを手作業で処理する場合に比べて、人  
為的なミスが発生することが少ないため、地形図の精度及び信頼性の大幅な向上  
が図れるようになる。

- 20 またUTM図法により作成された基本図及び地図要素を基に生成された不等辺  
四辺形を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して、第2地形図から第

3地形図を作成するようにしたことから、互いに隣接する第3地形図を寄せ集めて表示手段に表示したり、地形図として紙等に出力した際、等高線や、湖沼、海、海岸線、鉄道、道路、建造物、市町村の境界線等の地図要素にズレが生じることがない。

5

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の地形図の作成方法に使用する基本図の作成方法を示す説明図、第2図は、本発明の地形図の作成方法に使用する基本図の作成方法を示す説明図、第3図は、本発明の地形図の作成方法を示す説明図、第4図は、本発明の  
10 地形図の作成方法を示す説明図、第5図は、本発明の地形図の作成方法に使用するデジタル地形図の作成装置を示すブロック図、第6図は、本発明の地形図の作成方法を示すフローチャート、第7図は、測量により得られた標高を色で分けしたデジタル地形図、第8図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第1地形図、第9図は、第8図に示す第1地形図の一部拡大図、第10図は、本発明  
15 の地形図の作成方法で得られた第2地形図、第11図は、第10図に示す第1地形図の一部拡大図、第12図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第3地形図を寄せ集めた状態の説明図、第13図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第3地形図に資源等の地図要素を合成した状態の説明図、第14図（イ）及び（ロ）は、本発明の地形図の作成方法で不等辺四角形を等辺四角形に座標変換する説明図、第15図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第3地形図に、標  
20 高毎に着色するためのダイアログを表示した状態の説明図、第16図は、本発明

の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図に、標高毎に着色するためのダイアログを表示した状態の説明図、第 17 図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図の等高線に着色するためのダイアログを表示した状態の説明図、第 18 図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図と同時に、カーソル及びサブ画面を表示した状態の説明図、第 19 図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図と同時に、断面図及びサブ画面を表示した状態の説明図、第 20 図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図と同時に、断面図及びサブ画面を表示した状態の説明図、第 21 図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図と同時に、断面図及びサブ画面を表示した状態の説明図、第 22 図は、本発明の地形図の作成方法で得られた第 3 地形図と同時に、断面図及びサブ画面を表示した状態の説明図、第 23 図は、第 22 図に示す第 3 地形図の一部拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

15 本発明の実施の形態を、図面を参照して詳述する。

デジタル地形図を作成するに当って、まず基本となる地形図を作成する UTM 図法について簡単に説明する。

第 1 図に示すように、球体である地球 1 に対して赤道に直交し、南北極点を結ぶ線が経線 2、この経線に直交する線が緯線 3 である。

20 隣接する経線 2 間の角度を例えば  $6^\circ$  として分割すると、 $360^\circ$  の地球 1 に対して 60 本の経線 2 が引かれ、これら経線 2 の番号順に経度が定義される。

また赤道を緯度  $0^{\circ}$  とし、南北両極点をそれぞれ緯度  $90^{\circ}$  として、その間を所定の角度で分割することにより、緯度が定義される。

経線 2 と緯線 3 で分割区画された地球 1 を、ガルス、クリューゲル法で平面に投影すると第 2 図に示すようになる。

- 5 球面を平面に投影したことにより、経線 2 と緯線 3 により分割形成された区画は、第 3 図に示すように南北両極点側の幅が狭くなった不等辺四角形となり、底辺を例えば 1 とした場合、上辺は 0, 999 程度に縮小される。

一方国土地理院より発行されている我が国の地形図は、前記 UTM 図法で作成されており、主な縮尺は 50, 000 分の 1 や、25, 000 分の 1 となってい  
10 る。

この地形図には、測量により得られた多量の測量データを基に作成された等高線や、河川、海、鉄道、道路、地名等が詳細に記載されている。

また最近では、測量により得られた多量の測量データをデジタル化して、水準点からの高さ（標高）を色で分けした第 7 図に示すようなデジタル地形図  
15 も提供されている。

しかしこのデジタル地形図は、等高線が表示されていないことから等高線による標高等の把握が粗く困難である。

そこで本発明は、国土地理院より発行されている前記デジタル地形図より取得したデジタルデータを基に、詳細な等高線が表示されたデジタル地形図を  
20 作成する方法を提供するものである。

次にその作成方法を第 6 図に示すフローチャートを説明する。

前記UTM図法により作成された地図を、第3図に示すように50mや、250m、詳細図を得る場合は、10m等の間隔で升目状に細分化する。

得られた例えば50m四方の升目をさらに10等分程度に分割して図郭で囲まれた第3図に示すような小升目4を形成するが、50m四方の升目を10等分程度に分割した場合、各画郭間にデータの不連続な部分が発生したり、画郭内でデータの不連続部分が発生する。

またUTM図法により作成された不等辺四角形の地図を後述する方法で直角等辺四角形に変換した場合も、不等辺四角形の距離の短い上辺長を底辺長と同一となるよう変換処理した際に、上辺側のデータが不足する。

10   そこでこれらデータの不連続部分を補間したり、データの不足を補間して、連続する小升目4を形成するが、補間方法としては、比較的精度の高い加重補間法等を使用する。

次に補間により得られた小升目4毎に前記デジタル地形図のデジタルデータから標高を読み込み、平面に配列、ブロック化されたメッシュ状データを作成し、ベクトルデータとして第4図に示す地形図作成システムのHD11に格納する（ステップ1）。

次にHD11に格納された各小升目4毎のベクトルデータを読み出してCPU10により処理し、第8図に示すような第1地形図5を生成するが、第1地形図5の生成に当っては、小升目4のx、y平面と高さ方向に標高hを定義する（ステップ2）。

20   予め地形図作成システムのデータベース12には、標高hの許容範囲を定義し

たデータが格納されていて、CPU 10は標高 $h$ が同一値の場合は近傍の測定点を選択しながら各小升目4を直線で結んでいく処理を行い、ブロック内の各小升目4の全ての処理を行うことにより、これら線分列が互いに交差することがなく、かつ合理性のあるアルゴリズムを根拠に第5図に示すような第1地形図5を生成する（ステップ3）。なお第9図は、第8図の一部を拡大したものである。

またCPU 10は前記処理中、各小升目4を直線で結んでいく処理が適正に行われているかを絶えずチェックするチェック機能を設けて処理を進める。

得られた第1地形図5は、メッシュデータが升目状となっていて、かつ同一標高 $h$ を順次結ぶことにより生成されていることから直角線分になりやすく、また地形を表示する等高線6は連続していることから、次の等高線化処理を容易にしている。

等高線化処理は、前記処理により得られた第1地形図5をスムーズ化処理して、滑らかな曲線による等高線6を生成するもので、崖のように等高線6の密度が高い部分は、前述した線分列と同一のものと考えてこの線分列をスムーズ化処理しており、これら線分列の接点を通り、かつ微係数（微分値）が連続的な曲線を数学的に処理することにより、曲線群により等高線6が構成された第10図に示すような第2地形図7を作成する（ステップ4）。なお第11図は第10図の一部を拡大したものである。

以上のようにして作成された第2地形図7は、底辺に対し上辺が小さい不等辺四角形にブロック化して作成したため、複数のブロック化された第2地形図7を寄せ集めると、隣接する地形図の等高線6にズレが生じる等の問題が発生する。



この問題を解消するため、本出願人が先に出願した特開 2000-118051 号公報に記載の既知の方法で、不等辺四角形上の座標アドレスを、その区分内のデータ及び数を維持したまま等辺四角形上の座標アドレスに座標変換して、等辺四角形の第 3 地形図 8 を数学的に作成する（ステップ 5）。

- 5 これら処理は先願と同様に地図作成システムを使用して行うが、その方法を簡単に説明すると、第 14 図の（イ）は、ガウス・クリューゲル図法による投影データから切り出した不等辺四角形の形状を有する任意な場所の第 2 地形図 7 と、その変換相手となる直交等辺四角形の第 3 地形図 8 を示すもので、座標変換プログラムのアルゴリズムとは、第 14 図の（イ）の不等辺四角形の座標から直交等
- 10 辺四角形への図形変換処理を指す。

第 2 地形図 7 と第 3 地形図 8 は、何れもデジタル画像であり、単位は画素であるが、第 2 地形図 7 から第 3 地形図 8 に変換するに際し、両地形図 7、8 とも同様な画素配列と画素数とが維持されるように座標変換を行うもので、これが基本的な考え方である。

- 15 なお座標変換とは、不等辺四角形の座標（アドレス）で位置（アドレス化）決められたメモリに対しての、等辺四角形の座標アドレスへのアドレス変換処理である。

- 第 14 図の（イ）に示す第 2 地形図 7 と第 3 地形図 8 の底辺長、高さが同一長 B、H とすると、第 3 地形図 8 は、横が B、縦が H となる直交等辺四角形であり、
- 20 第 2 地形図 7 の上辺は、左端の開始点が  $\Delta X 1$ 、右端の終了点が第 3 地形図 8 の上辺の右端より  $\Delta X 2$  短いものとなる。

これによって、第2地形図7は不等辺四角形となるので、第2地形図7の任意の位置を $(x', y')$ とし、図形変換後の $(x', y')$ の第3地形図8上の位置を $(x, y)$ とする。

第14図の(ロ)は、互いのサイズ関係を明らかにするために両地形図7、8とを重ね合わせた様子を示しており、この図で不等辺四角形を延長させて三角形としたときの高さ(y座標)をN、そのx座標値をLとする。

以上のように第14図でH、B、N、L、B、 $\Delta X_1$ 、 $\Delta X_2$ は、切り出し区分が定まれば既知の値であるから、かかる既知の各値を利用しての、 $(x', y')$ から $(x, y)$ への座標変換式は、次式となる。

10 【数1】

$$(x', y') = \left( L - \frac{(N - Y) \cdot (L - x)}{N}, y \right)$$

但し、L、Nは、次式から得られる値である。

【数2】

$$N = \frac{H \cdot B}{\Delta X_1 + \Delta X_2}$$

$$L = \frac{\Delta x_1 \cdot B}{\Delta X_1 + \Delta X_2}$$

15 以上の数1、数2の数式は、代数幾何学によって求まるものであり、その過程は省略する。

第3図及び第4図は第2地形図7から第3地形図8への座標変換での座標例を示すもので、第2地形図7と第3地形図8は簡単にするため10×10画素サイズとしており、これは先に述べた第2地形図7と第3地形図8とにあって同一画素配列と同一画素数を維持したことを意味している。

- 5 第3図において、不等辺四角形の各座標は、下側の1画素区画が大きく上側になる程に1画素区画が小さく、かつ各画素区間は不等辺四角形の形状となるように座標系で規定されている一方、第4図に示す等辺四角形の各座標は、縦横規則的に配列した座標系となり、得られた第3地形図8を例えば4枚寄せ集めると図12に示すように、等高線6にずれのない連続した地形図となる。
- 10 またこれら第3地形図8にはまだ地図要素が表示されていないが、必要に応じてデータベース12に予め格納された地図要素を読み出して合成し、地形図作成システムの表示手段13に表示したり、図示しないプリンタ等の印刷手段を使用して紙等に地形図として出力することができるが、データベースに格納された地図要素がUTM図法で作成されていると、直角等辺四角形に変換された第3地形
- 15 図8に河川や海、鉄道、道路、市町村の境界等の地図要素を重ねてレイヤー構造に合成した場合、複数のブロック化された第3地形図8を寄せ集めると、隣接する地形図の地図要素にズレが生じる等の問題が発生する。

- これをなくすため、地図要素に対しても前記第2地形図7と同様な座標変換処理を行うことにより、不等辺四角形の各座標が直角等辺四角形の座標に変換され
- 20 て地図要素が作成されている。

以上のようにして作成された等高線データ及び地図要素は予めデータベース1

2 に格納されていて、必要に応じていつでも等高線単独または地図要素とともにデータベース 1 2 より読み出すことができると共に、等高線データには  $x$ 、 $y$  平面データに標高  $h$  のデータが含まれていることから、等高線データを既知の方法で 3 次元処理することにより、地形を立体的に表示することもできるようになり、  
5 特に土木工事や災害予測、登山等に使用するのに最適な地形図が得られるようになる。

第 1 3 図は富士山付近の地形図に、水資源の調査により得られたデータを合成した例を示したもので、水源地の水質を色分けして表示することにより、資源の把握が容易となる。

10 一方データベース 1 2 に予め格納されている地図要素のデータ形式はデジタルベクタ（ベクトルデータ）であって、前述した河川等のほかに、文字データとして地名や駅名、経度や緯度の位置情報、等高線毎に表示された水準点からの高度（標高）等があり、標高に応じて第 3 地形図 8 を着色したり、等高線 6 を 1 本  
15 づつ高さに応じて異なる色で着色したり、もしくは地形図に合成して表示した道路や山道等の登りと下りを異なる色で着色することができる等、次のような機能の付加が可能となっている。

第 1 5 図は表示手段 1 3 に表示させた任意な場所の地形図に、標高に応じて着色する機能を実行するダイアログ 2 0 を示すもので、ダイアログ 2 0 には例えば  
20 標高 0 m から 4 0 0 0 m までを、緑から褐色に順次色分けして表示するカラースケール 2 0 a とカラースケール 2 0 a に沿って移動自在な例えば 2 個のスライダー 2 0 b、2 0 c と、カラースケール 2 0 a に沿って付された標高目盛 2 0 d

等が表示されている。

このダイアログ 20 の使用法としては、データベース 12 に格納されている地形図データを、予め第 3 地形図 8 毎に付された地図番号 22 a または地図名 22 b で表示手段 13 に呼び出し表示させたら、ダイアログ 20 を表示させる。

- 5     ダイアログ 20 のカラースケール 20 a には、標高が高くなるに従い緑色から褐色まで順次色分けされており、表示された通りの色分けでよい場合は、図示しない実行ボタンをクリックすることより、表示手段 13 に表示された第 3 地形図 8 がカラースケール 20 a の色分けに応じて標高毎に着色表示すると共に、得られた第 3 地形図 8 に道路や山道等の地図要素を合成して表示する場合は、道路や
- 10    山道等の登りと下りを異なる色で表示することにより、登り坂か下り坂かが容易に判別できる上、これを紙等に出力することにより地図要素を合成したカラーの地形図が得られるようになる。

- また第 16 図は、表示手段 13 に表示させた第 3 地形図 8 の着色の範囲を任意に変更する機能を示したもので、ダイアログ 20 のカラースケール 20 a に設け
- 15    られた左側のスライドバー 20 b を、カラースケール 20 a に沿って右方へ移動することにより、緑色に着色する標高が任意に変更できるようになっている。

この第 16 図の場合、例えば 870 m 付近までを緑色に着色した状態を示している。

- 同様にカラースケール 20 a の右側のスライドバー 20 c を左方へ移動すると、褐色に着色する標高が任意に変更できるようになっており、スライドバー 2
- 20    0 c を例えば 2660 m 付近に移動すると、2660 m 以上の標高部分は褐色に

表示されるようになっている。

- この機能は、標高差の少ない例えば平地の第3地形図8や、高い山が連なる山岳地帯の第3地形図8を標高毎に着色した場合、ほとんどが同一色の緑色や褐色で表示されてしまい、高低差が判別しにくい地形図になってしまうことから、これを避けるために使用するもので、ダイアログ20のカラースケール20aに設けられた左右のスライダー20b、20bを、カラースケール20aに沿って右または左に移動して、緑色や褐色に着色する標高を任意に変更することにより、低地や高地の地形のように標高差のない地形図であっても、標高毎に細かく色分けされた第3地形図8が得られるため、高低差の判別が容易に行えるようになる。
- 10 また第16図に示すダイアログ20の左下に表示されたカラーバー20eは、標高毎に等高線に任意な色が着色できる機能を示したもので、例えば1040mを茶色に、1210mを青色に、そして1410mが赤色に着色されるように指定することにより、標高1040mを表示する等高線は茶色に、標高1210mを表示する等高線は青色に、そして標高1410mを表示する等高線は赤色に着色された第3地形図8が表示手段13に表示され、紙等への出力も可能になる。
- 15

第17図は表示手段13に表示させた第3地形図8の等高線6を任意な色で着色する際の実行画面を示すもので、第3地形図8と共に表示手段13に表示されたダイアログ21により任意な等高線6に任意な色で着色したり、等高線6の色を変更することができる。

- 20 すなわちダイアログ21の標高表示欄21aに着色したい等高線6の標高を表示させたら、カラーパレット21bにより任意な色を指定することにより、その

等高線 6 を所望の色に着色して第 3 地形図 8 上に表示できると共に、カラーパレット 2 1 b 上で別の色を選択することにより、色の変更も容易に行えるようになる。

第 1 8 図は任意な場所の第 3 地形図 8 を、地図番号 2 2 a または地図名 2 2 b  
5 でデータベース 1 2 により呼び出して表示手段 1 3 に表示した例を示すもので、  
左上のサブ画面 2 2 には、表示手段 1 3 に表示した第 3 地形図 8 周辺の 8 個所の  
地図番号 2 2 a と地図名 2 2 b が同時に表示されている。

また表示手段 1 3 の画面に表示された第 3 地形図 8 上には、X 軸カーソル 2 3  
a と Y 軸カーソル 2 3 b を十字状に交差させたカーソル 2 3 が表示されており、  
10 このカーソル 2 3 の交点 2 3 c を移動させることにより、ダイアログ 2 4 に交点  
2 3 c の任意が、北緯 2 4 a と東経 2 4 b で表示され、同時に標高 2 4 c も表示  
される。

表示手段 1 3 に表示された各第 3 地形図 8 は、互いに合成されて継目部分の等  
高線 6 が連続しているため、カーソル 2 3 の交点 2 3 c を移動させることにより、  
15 隣接する第 3 地形図 8 へ連続してスクロールすることができると共に、いまカー  
ソル 2 3 の交点 2 3 c が地形図上どの位置にあるかは、左下のサブ画面 2 5 を見  
ることにより容易に判断することができる。

すなわちサブ画面 2 5 に隣接する地図番号 2 2 a が表示され、これら地図番号  
2 2 a の間にカーソル 2 3 の交点 2 3 c がある場合は、表示手段 1 3 に表示され  
20 た第 3 地形図 8 が隣接する地形図に跨って表示されていることが容易に判断でき  
る。

また表示手段 1 3 に表示された第 3 地形図 8 には、矢印 2 6 によって傾斜（グラディエント）方向が表示されている。

このグラディエントを示す矢印 2 6 は、地形が矢印方向へ低く傾斜していることを示し、かつ矢印 2 6 の長さが傾斜の大きさ、すなわち勾配を示しており、矢  
5 印 2 6 にカーソル 2 3 の交点 2 3 c を合わせると、そのグラディエントの数値 2  
4 d がダイアログ 2 4 に表示される。

第 1 9 図は地形図の富士山（地図番号：5 3 3 8 0 5、地図名：富士山）を表示  
手段 1 3 に表示させた例を示すもので、左上のサブ画面 2 2 には、富士山とそ  
の周辺の地図番号 2 2 a と地図名 2 2 b が、そして左下のサブ画面 2 5 には富士  
10 山の地図番号「5 3 3 8 0 5」が表示される。

表示された第 3 地形図 8 の富士山の山頂を横切るように表示された直線 2 7  
は、表示された第 3 地形図 8 の任意な 2 点 A－B 間の断面を設定するためのもの  
で、第 3 地形図 8 上に点 A 及び点 B を設定すると、点 A と点 B とを結ぶ直線 2 7  
により切断された第 3 地形図 8 の断面が画面の下側に断面図 2 8 として拡大表示  
15 される。

表示された断面図 2 8 の縦軸には標高が数字で表示され、横軸には距離が数字  
（いずれも単位は m）で表示されるようになっており、この断面図 2 8 を見れば、  
富士山頂に形成されたいわゆる「お釜」の直径や深さ等が容易に把握でき、A－  
B 間の直線 2 7 の位置を移動することにより、任意な位置の断面を断面図 2 8 と  
20 して画面の下側部分に表示することができる。

図 2 0 図は第 3 地形図 8 の任意な場所を曲線 2 9 で断面し、画面の下側に断面



図 28 として表示した例を示したものである。

この第 3 地形図 8 の利用方法としては、ある場所に例えば高圧線を布設するため第 3 地形図 8 のどの場所に高圧線の鉄塔を設置するかを検討する場合に有効である。

- 5     まず高圧線を布設する場所の第 3 地形図 8 を表示手段 13 に表示させ、第 3 地形図 8 の鉄塔設置予定地に複数の目印 30 を設定する。

そしてこれら目印 30 を曲線 29 で結ぶことにより、画面の下側には曲線 29 で断面された第 3 地形図 8 の断面図 28 が表示されるため、この断面図 28 を参照して鉄塔の高さを設計したり、鉄塔の設置場所を検討することにより、現場で  
10    の測量を必要とせずに鉄塔の設置場所や高圧線の鉄塔の設置場所や高圧線の布設ルートを決定することが可能になる。

- 第 21 図は表示手段 13 に表示された第 3 地形図 8 の中の例えば河川を横切る任意な 2 点 C-D を直線 31 で結ぶことにより、ダムの貯水量を算出する例を示すもので、第 3 地形図 8 に表示された河川のどの位置にダムを建設した場合に、  
15    どの程度の貯水量が得られるかを瞬時に算出することが可能となる。

すなわち第 3 地形図 8 の河川を横切る 2 点 C-D を設定して直線 31 で結ぶと、直線 31 で断面された第 3 地形図 8 の断面図 32 が画面に表示されると同時に点 C、D が設定された等高線 6 が例えば赤色で表示され、この等高線 6 と直線 31 で囲まれた部分と、断面形状から貯水量を算出することができる。

- 20    これによってダムの貯水量が予め決まっている場合、河川のどの位置にダムを建設すればよいかが第 3 地形図 8 上で決定できるため、ダムの建設計画に要する

期間を大幅に短縮することができる。

第 2 2 図は湖や沼の水量を算出したり、任意な 2 点 E - F を結ぶ直線 3 3 で湖や沼を断面してその断面図 3 4 を表示したもので、湖や沼を囲む着色等高線 6 は分水嶺を示しており、この着色等高線 6 に点 E と点 F を設定して、これら 2 点 E - F を直線 3 3 で結ぶことにより、直線 3 3 で断面された湖や沼の断面図 3 4 が画面の一部に表示される。

また湖や沼の中央に向かって表示される矢印 3 5 は、グラディエントの向きを、そして長さは勾配の大きさを示すもので、断面図 3 4 の縦軸に表示された標高と、横軸に表示された距離（いずれも単位は m）により湖や沼の深さと大きさを容易に知ることができる。

第 2 3 図は第 2 2 図に示す第 3 地形図 8 の湖や沼の部分を拡大表示したもので、湖や沼に降った雨のうち、湖や沼を囲む峰の最高部を結んだ着色等高線 R で示す分水嶺より内側に降った雨は湖や沼に流れ込み、外側に降った雨は、湖や沼に流れ込むことなく山の斜面に沿って谷などへ流れ落ちることになる。

湖や沼の Q の個所に堰が設けられていて、この堰 Q を越えて湖や沼の水が流れ出す場合は、堰 Q の高さで規制される等高線 S の範囲内が湖や沼の水量となり、着色等高線 R の範囲内に降った雨の量から、地下へ浸透して地下水となる水量を感じた値が堰 Q により流れ出す水量となり、予め設定した図示しないボタンをクリックすることにより、水量の計算が自動的に行われるようになっている。

さらに第 3 地形図 8 に等高線 6 により表示された河川、特に山間部での河川の川底は、高地から低地に向かって道路状に表示されるが、河川を横切るように設

定した2点を直線で結ぶと、直線で断面された断面形状から貯水量が算出できることはダム貯水量を算出するときに説明したが、道路状に表示された河川の川底を中心にして河川の両側に2点を設定する操作を河川の全域に亘って任意の間隔で実施し、断面積をデータ化することにより、大雨の際に河川のどの部分が氾濫するかを予測する防災地図が容易に得られるようになる。

一方前述した道路や河川、鉄道、地名等の地図要素は、予め国土地理院等で作成されたデータベースを使用しているが、地図要素は、自然現象や人工的な環境の変化により時々刻々変化しており、例えば山間地に降った大雨により崖崩れが発生したり、道路や鉄道が新たに敷設されたり、山林が耕作されて農地となる等の変化を従来のデータベース化された地図要素では迅速に対応できない。

これを改善するため、利用者が付加情報として独自に作成した利用者地図要素をデータベース化してデータベース12に格納し、必要に応じてデータベースより呼び出すことができるようになっており、利用者が必要とする付加情報、または付加情報と位置により呼び出した利用者地図要素を第3地形図8に重ねて表示することにより、最新の地形図や、利用者の利用目的に応じた地形図が容易に得られるようになる。

以上説明した各種の機能は、予めデータベース12に格納されている等高線データを呼び出して、CPU10により演算処理することにより可能となるが、データベース12に格納されている等高線データは、各等高線6の間のデータが補間により作成されているため、この補間等高線データを使用することにより、等高線6の間隔を10mや20mのように任意の間隔で表示することが可能であ

り、特に崖等のように地形が複雑な場所では、等高線 6 の間隔を小さくすることにより、地形がより詳細に表示できるようになる。

また資源等の調査により得られたデータをデータベース化してデータベース 1 4 に格納し、必要に応じて等高線 6 が表示された地形図に合成して出力する等の  
5 利用法も容易に行える。

なお前記実施の形態では、国土地理院より発行されているデジタル地形図より取得したデジタルデータを基に、詳細な等高線が表示されたデジタル地形図を作成したが、等高線がデジタル化された地形図であれば他のものを使用してもよい勿論よい。

10

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明のデジタルの作成方法によれば、滑らかな曲線で等高線が表示されたデジタル地形図が短時間で容易に得られると共に、膨大な測量データを手作業で処理する場合に比べて、人為的なミスが発生することが少ない  
15 ため、地形図の精度及び信頼性の大幅な向上が図れる。

また等高線の表示された第 2 地形図に、簡単に地図要素をレイヤー構造に合成して表示手段に表示したり、地形図として紙等に出力する等の作業が容易に行える上、必要に応じて地図要素の一部だけを第 2 地形図に合成することができるため、地形図の利便性が一段と向上する。

20 さらに標高毎に任意な色に着色できるようにしたことから、平地は緑色に、そして標高が高くなるに従って緑色から褐色へと順次色分けされたカラー地形図が

容易に得られると共に、平地のように標高差の小さい地形図の場合は、等高線の着色範囲を細かく指定することにより、標高毎に細かく色分けされた第3地形図が得られるため、高低差の判別が容易に行えるようになる。

さらに直線または曲線で断面された第3地形図の断面図を表示手段の一部に表示  
5 示することにより、断面図を参照して鉄塔の高さを設計したり、鉄塔の設置場所を検討することにより、現場での測量を必要とせずに鉄塔の設置場所や高圧線の鉄塔の設置場所や高圧線の布設ルートを決することが可能になると共に、表示手段に表示させた第3地形図の同じ標高の等高線上に、河川を横切るように任意な2点を設定し、かつこれら2点を直線で結ぶことにより、等高線と直線及び断  
10 面から直線より上流側の貯水量を算出することができるため、第3地形図に表示された河川のどの位置にダムを建設した場合に、どの程度の貯水量が得られるかを瞬時に算出することが可能となる。

## 請求の範囲

1. UTM図法で作成された基本図を所定の間隔で升目状に区分し、かつ得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足するデータ及び各升目内の不連続なデータ間を補間して小升目を生成する工程と、  
得られた小升目のx、y座標と測量により得られた標高を関連付けて合理性のあるアルゴリズムを根拠にデジタルデータを生成し、かつ標高が同じ前記小升目を順次直線で結ぶことにより、等高線が線分列で形成された第1地形図を生成する工程と、  
前記第1地形図の等高線を数学的にスムーズ化处理することにより、線分列で形成された等高線より滑らかな曲線で等高線が形成された第2地形図を生成する工程とを具備したことを特徴とするデジタル地形図の作成方法。
2. 前記第2地形図を生成するデジタルデータを地図要素データと共に記録手段に格納し、かつこれらデータを単独またはレイヤー構造に合成して表示手段に表示し、または地形図として紙等に出力できるようにしてなる請求項1に記載のデジタル地形図の作成方法。
3. 標高が同じ小升目を順次直線で結んで前記第1地形図を生成する際、線分列が互いに交差することのないよう数学的处理が適性に行われているかをチェックするチェック機能を設けてなる請求項1または2に記載のデジタル地形図の作成方法。
4. 前記UTM図法により作成された基本図及び地図要素を基に生成された不等辺四辺形を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して第3地形図を作成してなる請求項1ないし3のいずれかに記載のデジタル地形図の作成

方法。

5. 利用者が独自に作成した利用者地図要素をデータベース化して記録手段に格納し、かつこれら利用者地図要素と前記第3地形図を単独またはレイヤー構造に合成して表示手段に表示し、または地形図として紙等に出力できるようにしてなる請求項1に記載のデジタル地形図の作成方法。
6. UTM図法で作成された基本図を所定の間隔で升目状に区分し、かつ得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足するデータ及び各升目内の不連続なデータ間を補間して小升目を生成する工程と、  
得られた小升目のx、y座標と測量により得られた標高を関連付けて合理性のあるアルゴリズムを根拠に3次元のデジタルデータを生成し、かつ標高が同じ前記小升目を順次直線で結ぶことにより、等高線が線分列で形成された第1地形図を生成する工程と、  
前記第1地形図の等高線を数学的にスムーズ化处理することにより、線分列で形成された等高線より滑らかな曲線で等高線が形成された第2地形図を生成する工程と、  
前記UTM図法により作成された基本図及び地図要素を基に生成された不等辺四辺形を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して、前記第2地形図から第3地形図を作成する工程と、  
前記第3地形図を生成するデジタルデータを地図要素データと共に記録手段に格納し、かつこれらデータを単独またはレイヤー構造に合成して表示手段に表示し、または地形図として紙等に出力する工程とを具備したことを特徴とするデジタル地形図の作成方法。

7. 前記表示手段に表示させた第3地形図に、標高に応じて色分けしたカラー  
スケールと、前記カラースケールに沿って移動自在なスライドバーを有す  
るダイアログを表示させ、かつ前記スライドバーを前記カラースケールに  
沿って移動させることにより、前記第3地形図を標高毎に任意な色に着色  
できるようにしてなる請求項6に記載のデジタル地形図の作成方法。
8. 前記表示手段に表示させた前記第3地形図に、任意な等高線の標高を表示  
する標高表示欄と、着色する等高線の色を指定するカラーパレットを有す  
るダイアログを表示させ、かつ前記標高表示欄に着色する等高線の標高を、  
そして前記カラーパレットより色を入力することにより、前記第3地形図  
の等高線を標高毎に任意な色に着色できるようにしてなる請求項6に記載  
のデジタル地形図の作成方法。
9. 前記第3地形図の表示された前記表示手段にサブ画面を表示させ、かつ前  
記サブ画面に、前記表示手段に表示された任意な場所の第3地形図に連続  
する周辺の第3地形図を、地図番号と地図名で表示してなる請求項6ない  
し8の何れかに記載のデジタル地形図の作成方法。
10. 前記表示手段に前記第3地形図とともに十字上に交差するX軸カーソル  
とY軸カーソルを表示させ、かつ前記X、Y軸カーソルを任意な方向へ移  
動させて、前記X、Y軸カーソルの交点を前記第3地形図の任意な場所に  
合わせることで、前記交点の緯度と経度を前記表示手段の一部に表示  
してなる請求項6ないし9の何れかに記載のデジタル地形図の作成方法。
11. 前記表示手段に表示させた前記第3地形図上に任意な複数点を設定し、  
かつこれら複数点を直線または滑らかな曲線で結ぶことにより、前記直線



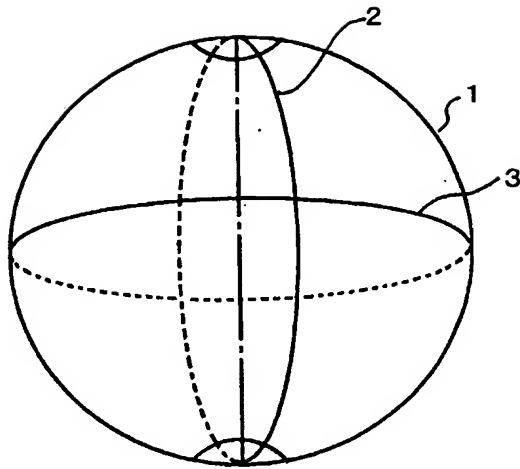
または曲線で断面された前記第 3 地形図の断面図を前記表示手段の一部に表示してなる請求項 6 ないし 10 の何れかに記載のデジタル地形図の作成方法。

12. 前記表示手段に表示させた前記第 3 地形図の同じ標高の等高線上に、河川を横切るように任意な 2 点を設定し、かつこれら 2 点を直線で結ぶことにより、前記直線で断面された河川の断面図を前記表示手段の一部に表示すると共に、前記等高線と前記直線及び前記断面から前記直線より上流側の貯水量を算出してなる請求項 6 ないし 11 の何れかに記載のデジタル地形図の作成方法。
13. 前記表示手段に表示させた前記第 3 地形図の湖や沼を囲む同じ標高の等高線上に、湖や沼を横切るように任意な 2 点を設定し、かつこれら 2 点を直線で結ぶことにより、前記直線で断面された湖や沼の断面図を前記表示手段の一部に表示すると共に、前記等高線及び断面から前記湖や沼の貯水量を算出してなる請求項 6 ないし 12 の何れかに記載のデジタル地形図の作成方法。
14. 前記表示手段に表示させた前記第 3 地形図に、地形の傾斜方向と傾斜の大きさを示す矢印を表示してなる請求項 6 ないし 13 の何れかに記載のデジタル地形図の作成方法。
15. UTM 図法により作成された基本図を升目状に細分化し、得られた升目をさらに細分化すると共に、各升目間の不足するデータ及び各升目内の不連続なデータ間を補間して小升目を形成し、これら小升目毎にデジタル地形図のデジタルデータから標高を読み込み、平面に配列、ブロック化

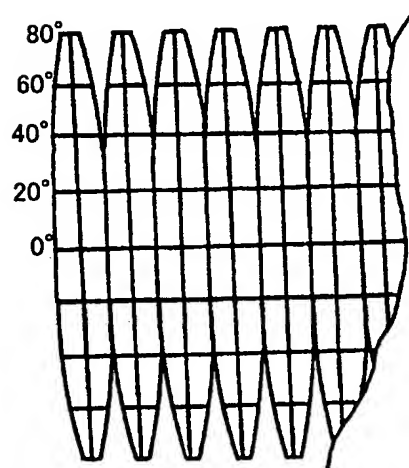
してメッシュ状データを作成し、ベクトルデータとして格納する手段と、格納手段に格納された各小升目毎のベクトルデータを読み出して、標高の許容範囲を定義したデータより標高が同一値の場合は近傍の測定点を選択しながら各小升目を直線で結んでいく処理を行うことにより、これら線分列が互いに交差することがなく、かつ合理性のあるアルゴリズムを根拠に第1地形図を生成する手段と、前記処理により得られた第1地形図の線分列の接点を通り、かつ微分係数が連続的な曲線を数学的にスムーズ化処理することにより、曲線群により等高線が構成された第2地形図を作成する手段と、UTM図法により作成された前記基本図及び地図要素を基に生成された不等辺四辺形を、直角四辺形となるよう数学的に修正及び補間して、前記第2地形図から第3地形図を作成する手段と、前記第3地形図を生成するデジタルデータを地図要素データと共に格納する記録手段と、前記記録手段に格納されたデジタルデータを単独またはレイヤー構造に合成して表示する表示手段とを具備したことを特徴とするデジタル地形図の作成装置。

1/21

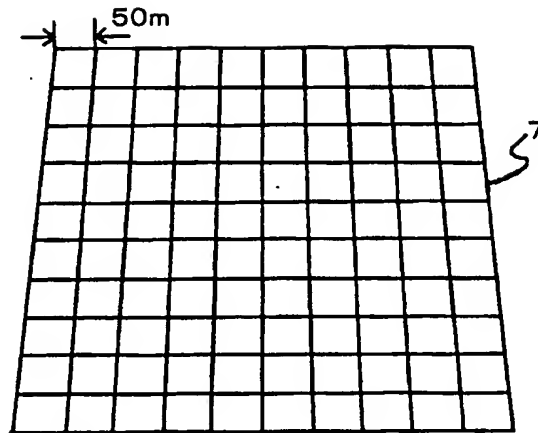
第 1 図



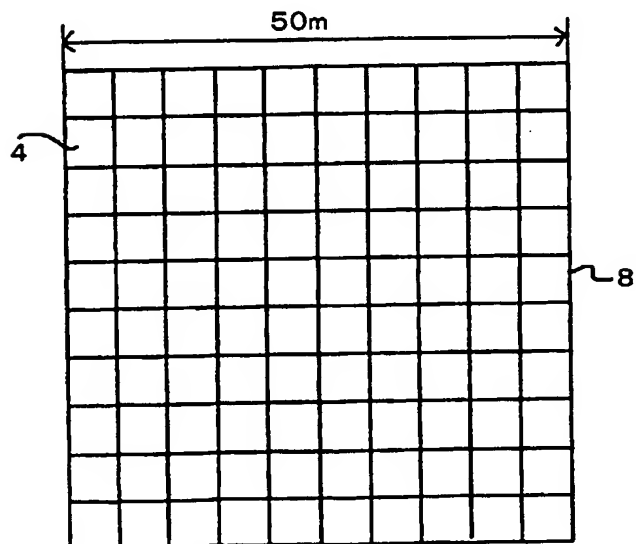
第 2 図



第3図

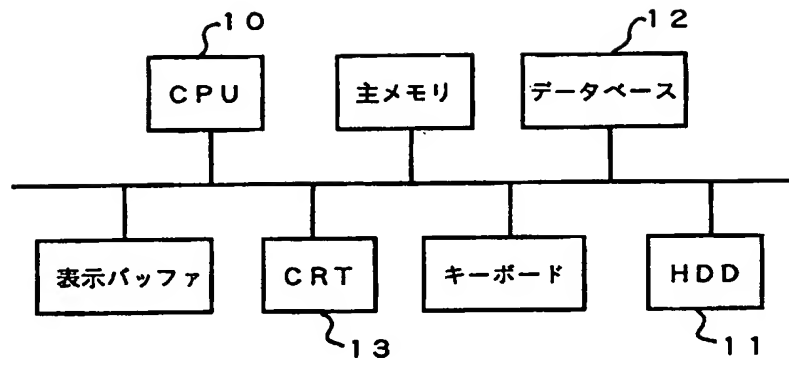


第4図



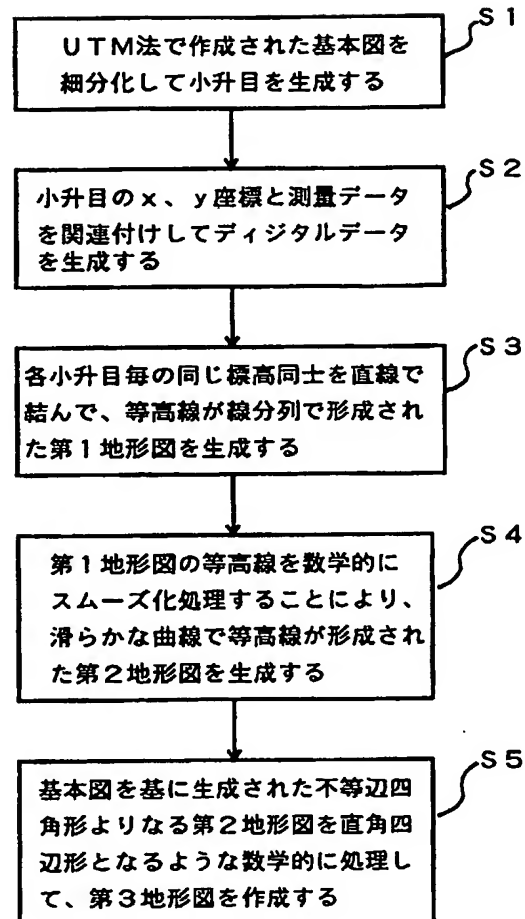
3/21

第5図

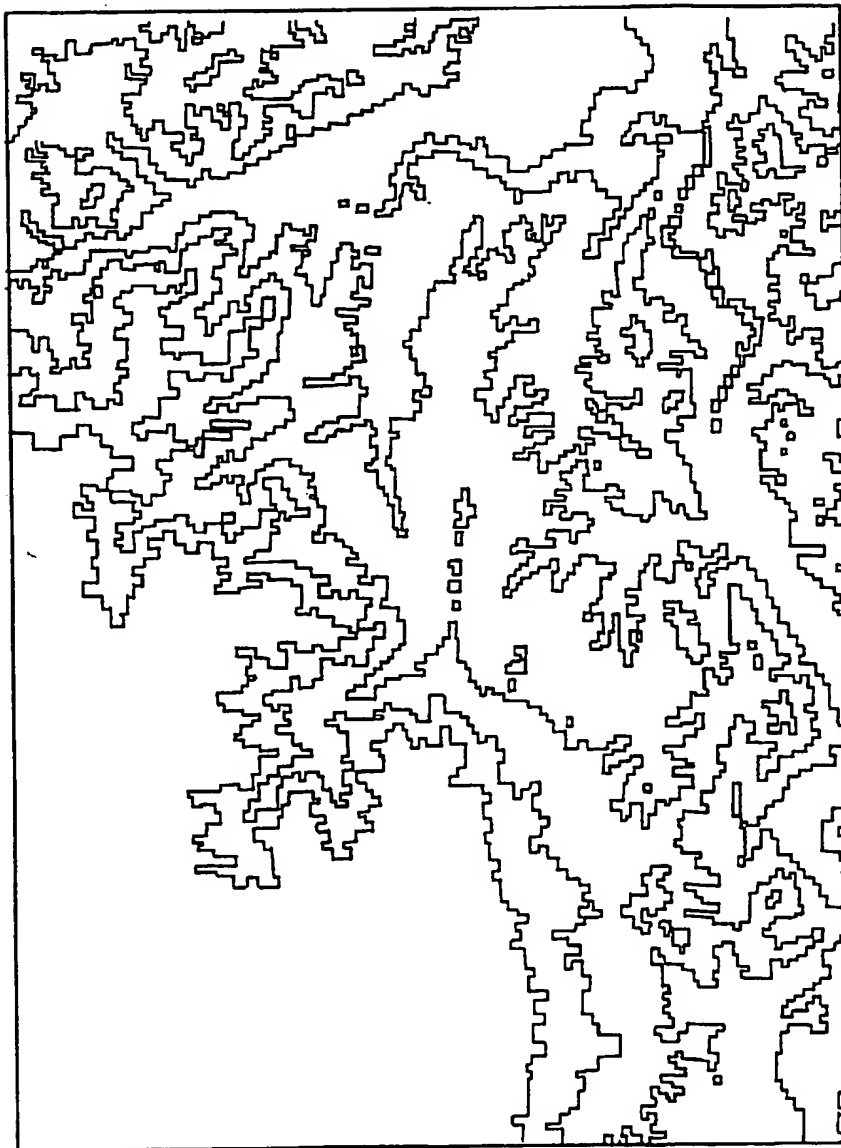


4/21

第6図

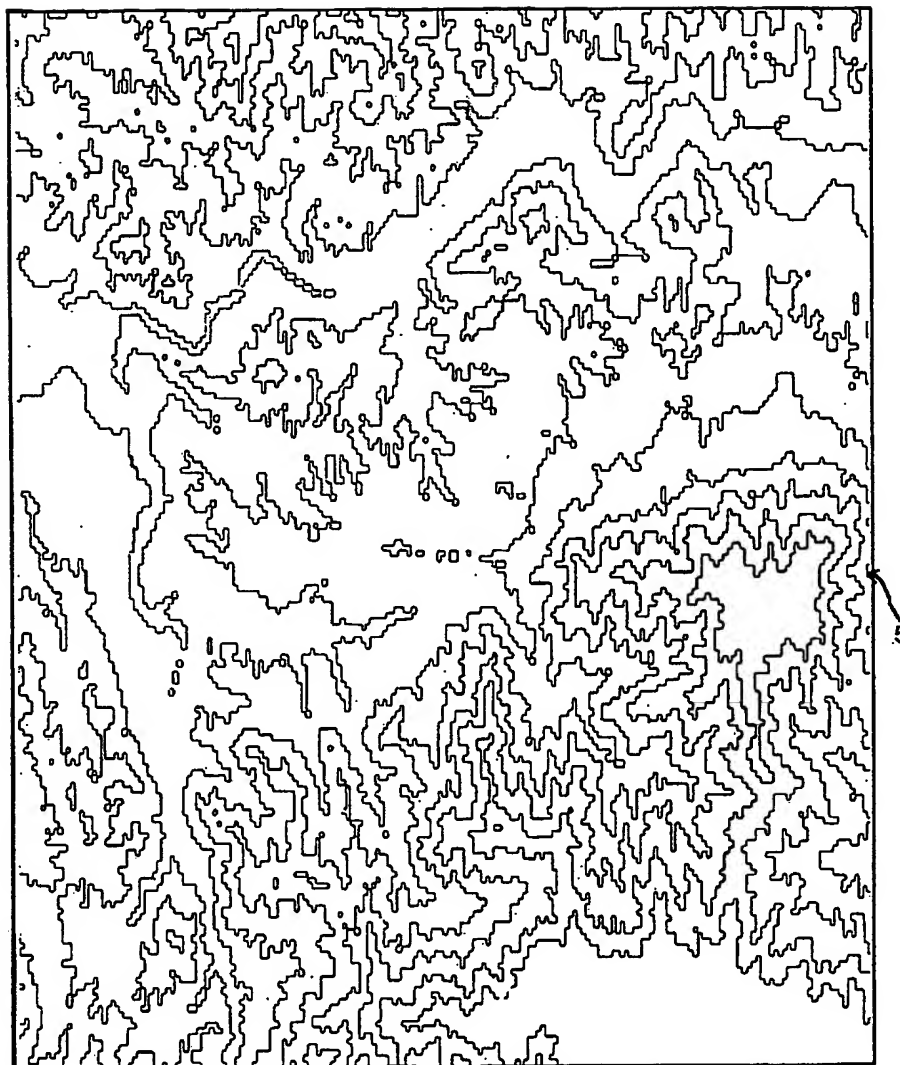


第7図



6/21

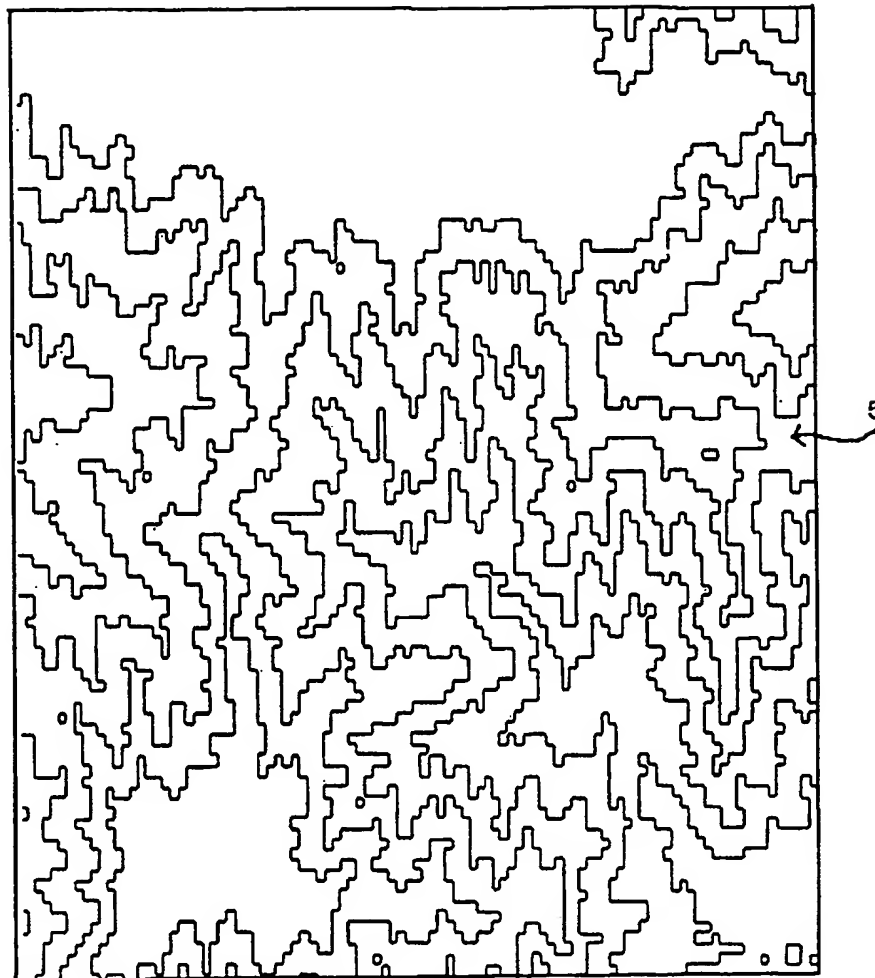
第8図



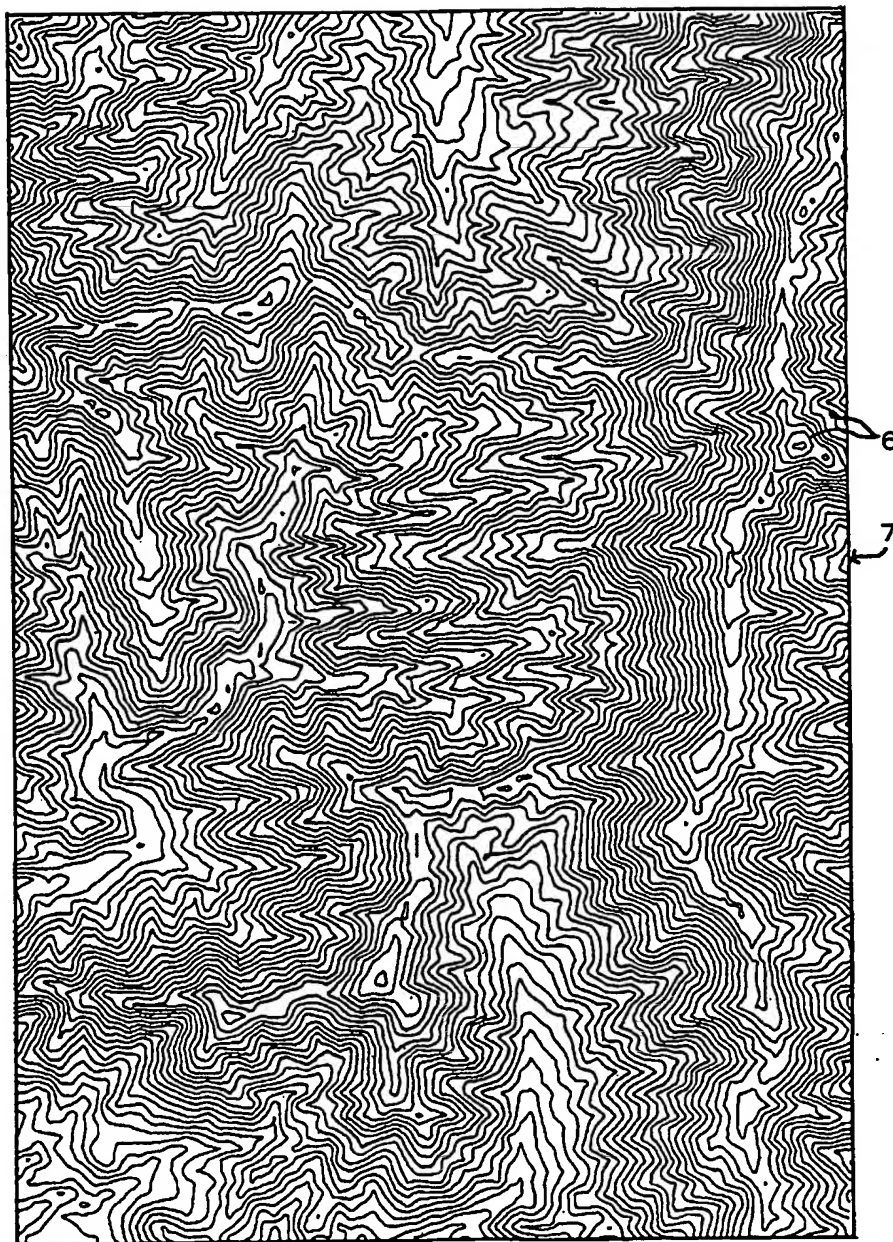


7/21

第9図

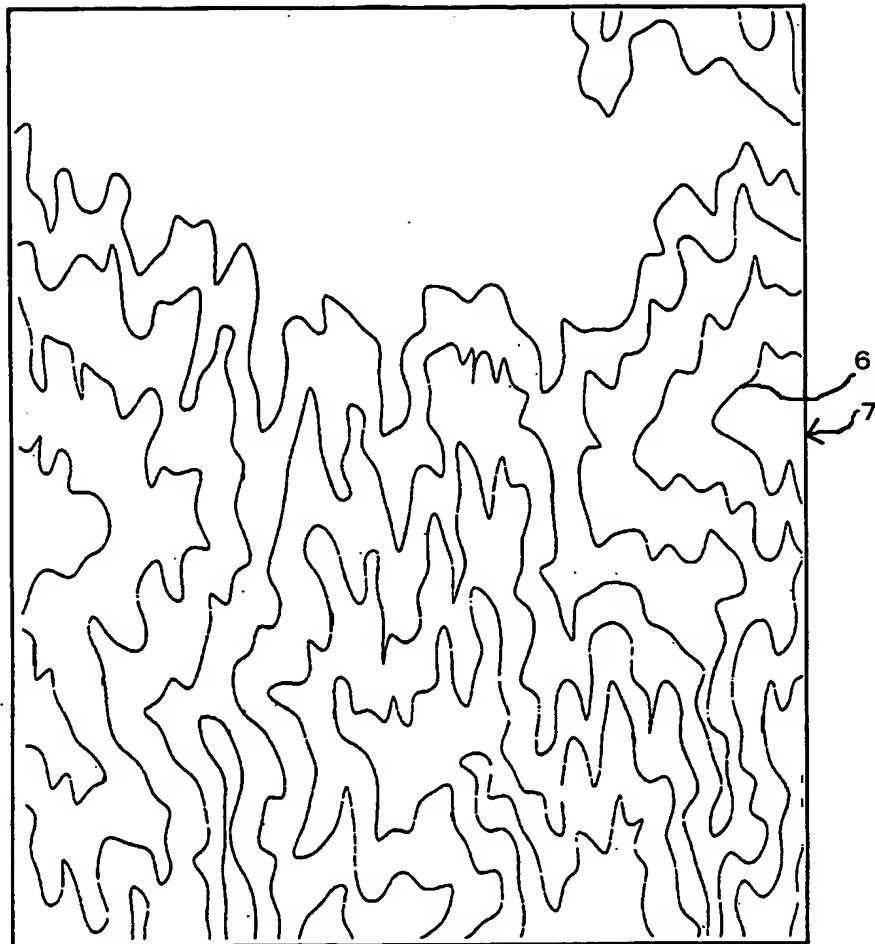


第10図



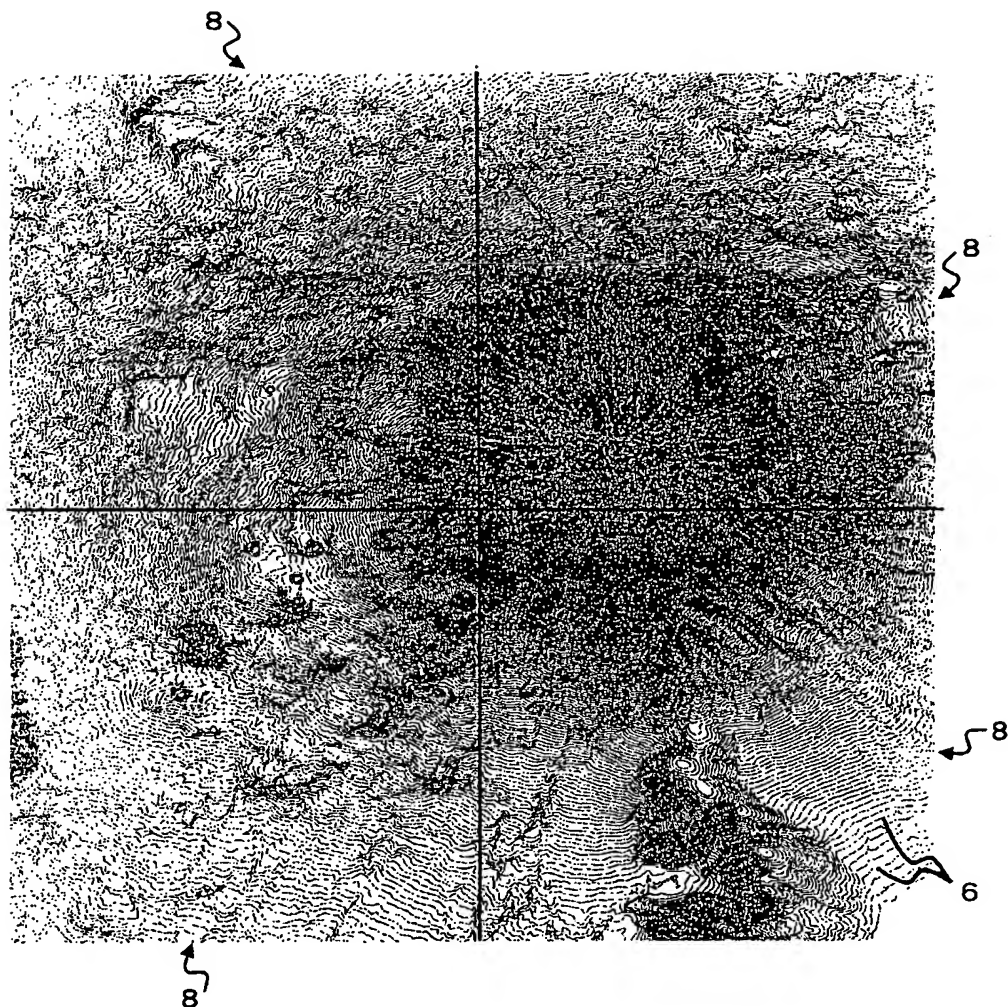
9/21

第 1 1 図



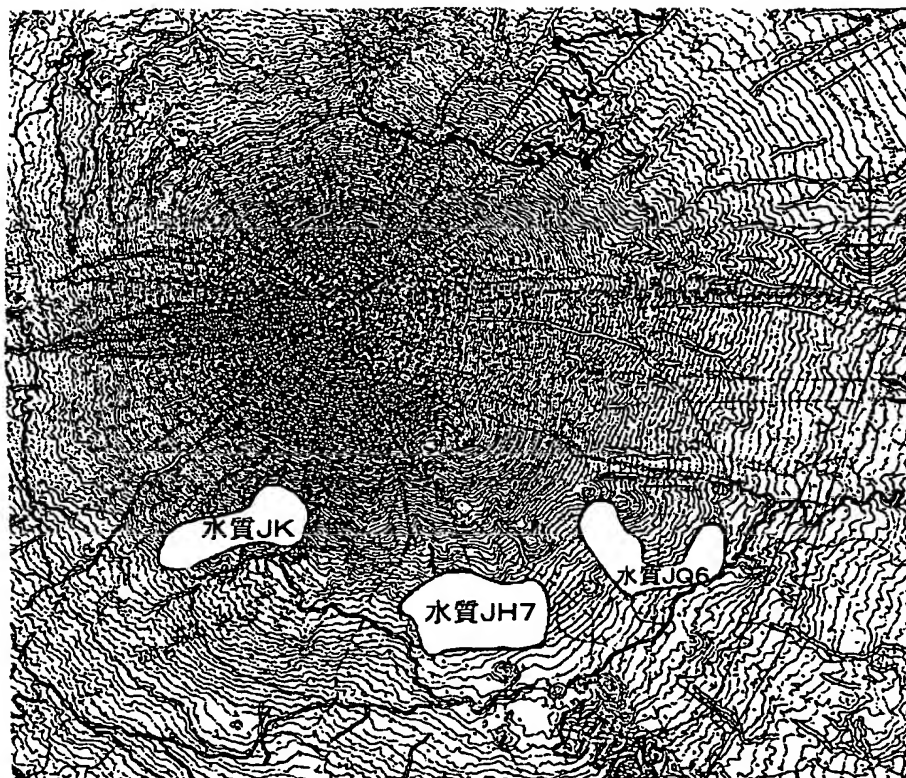
10/21

第 1 2 図



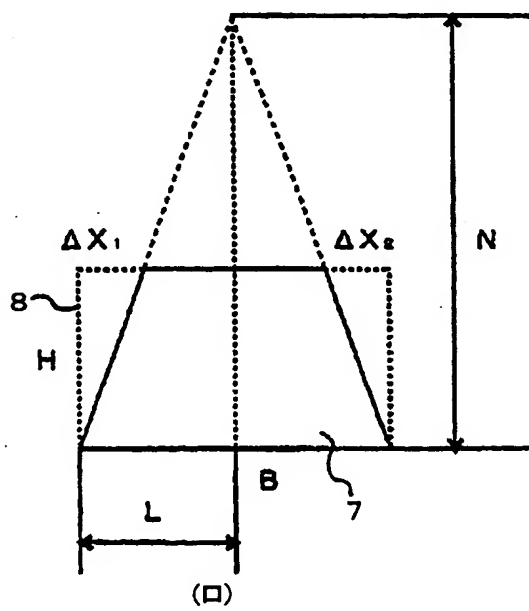
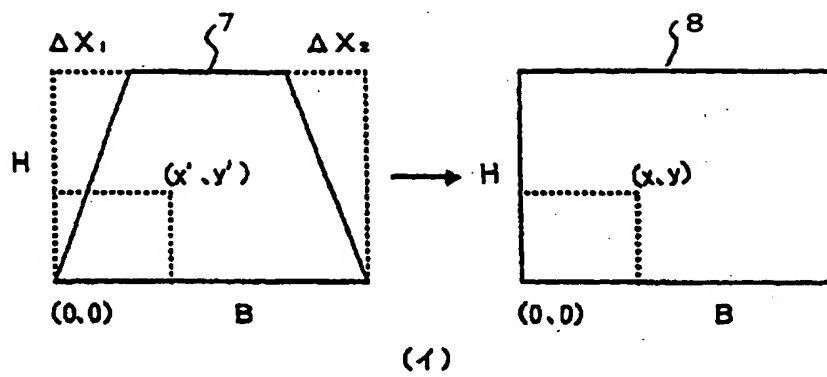
11/21

第13図

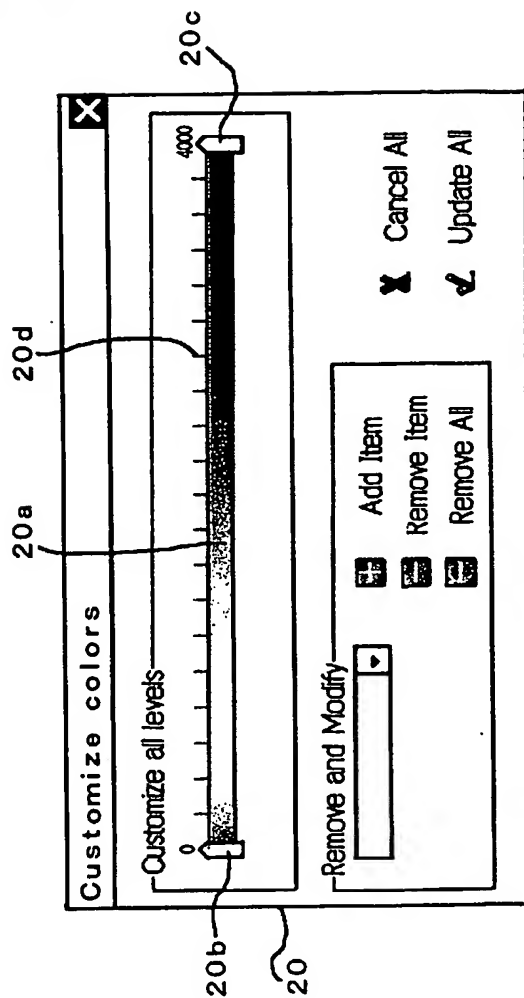


12/21

第 1 4 図

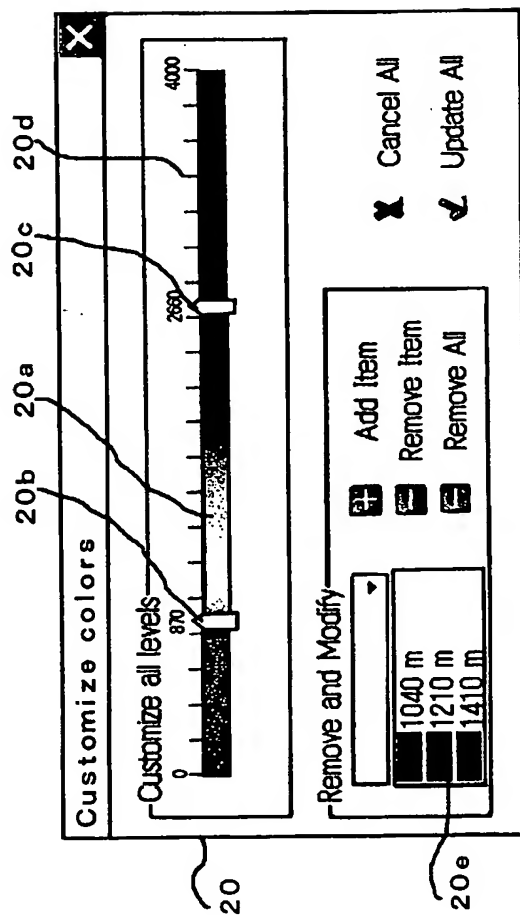


第 15 図



14/21

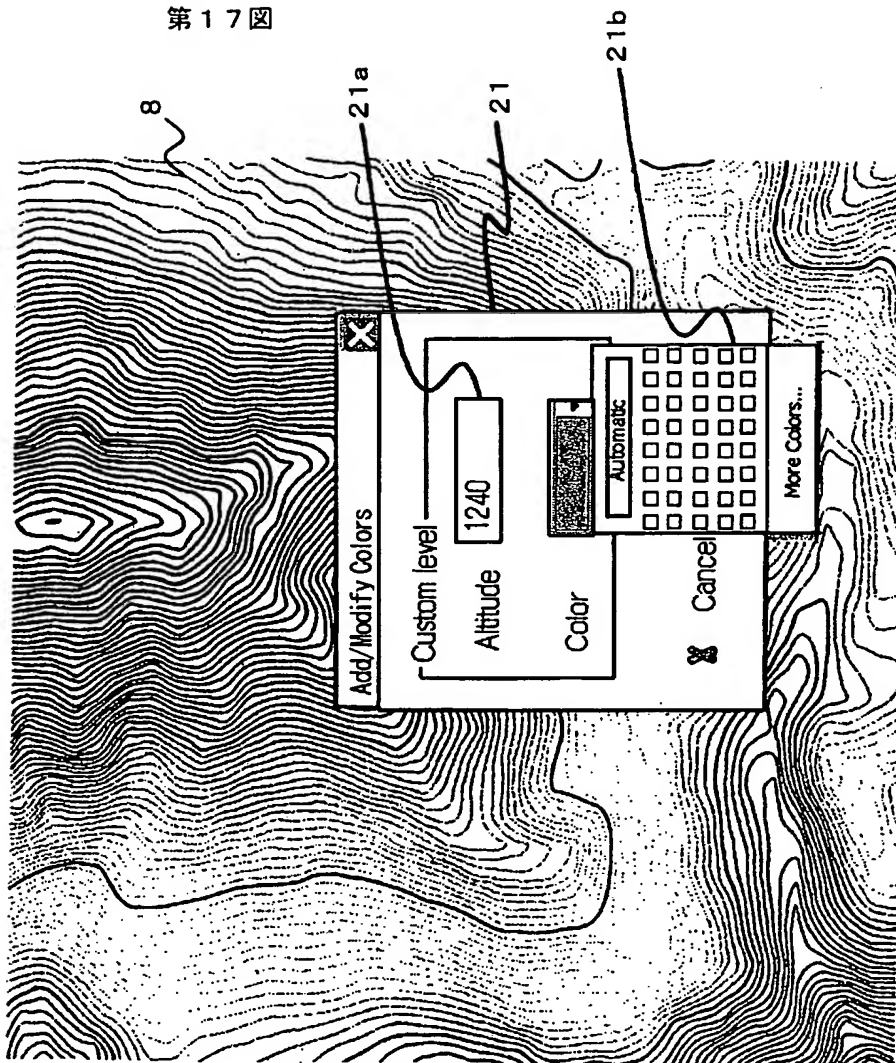
第 16 図



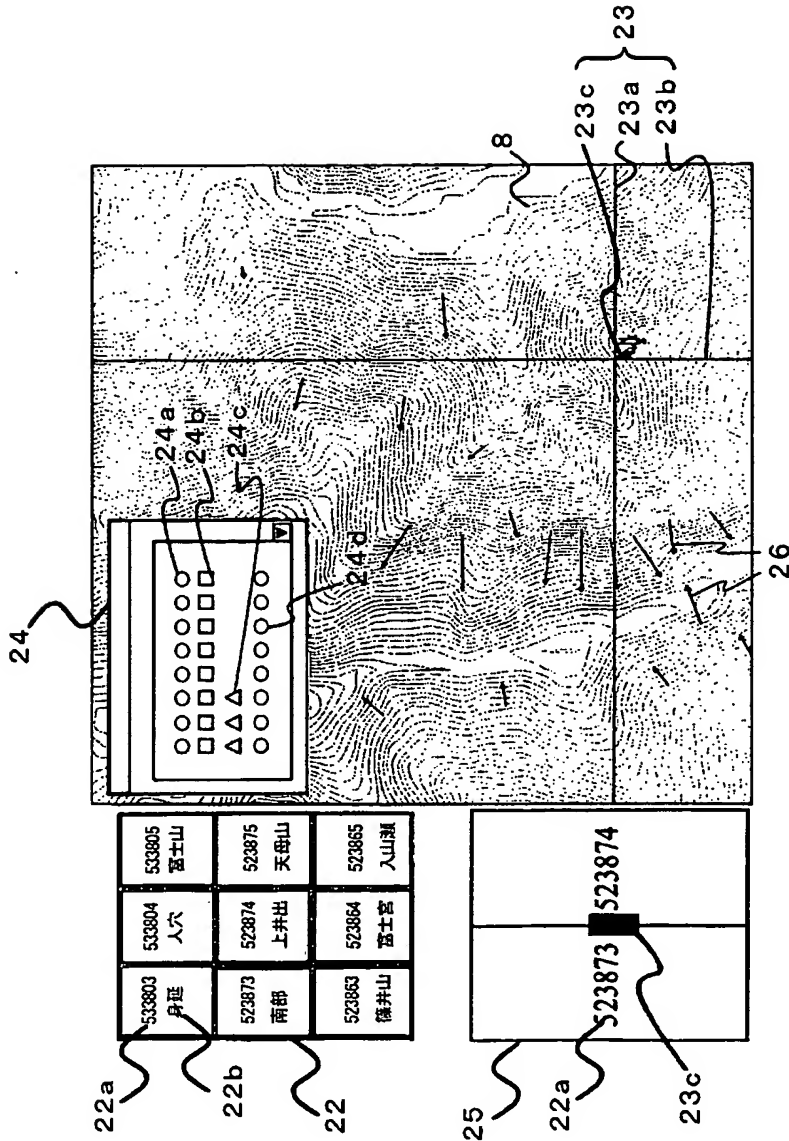


15/21

第 17 図



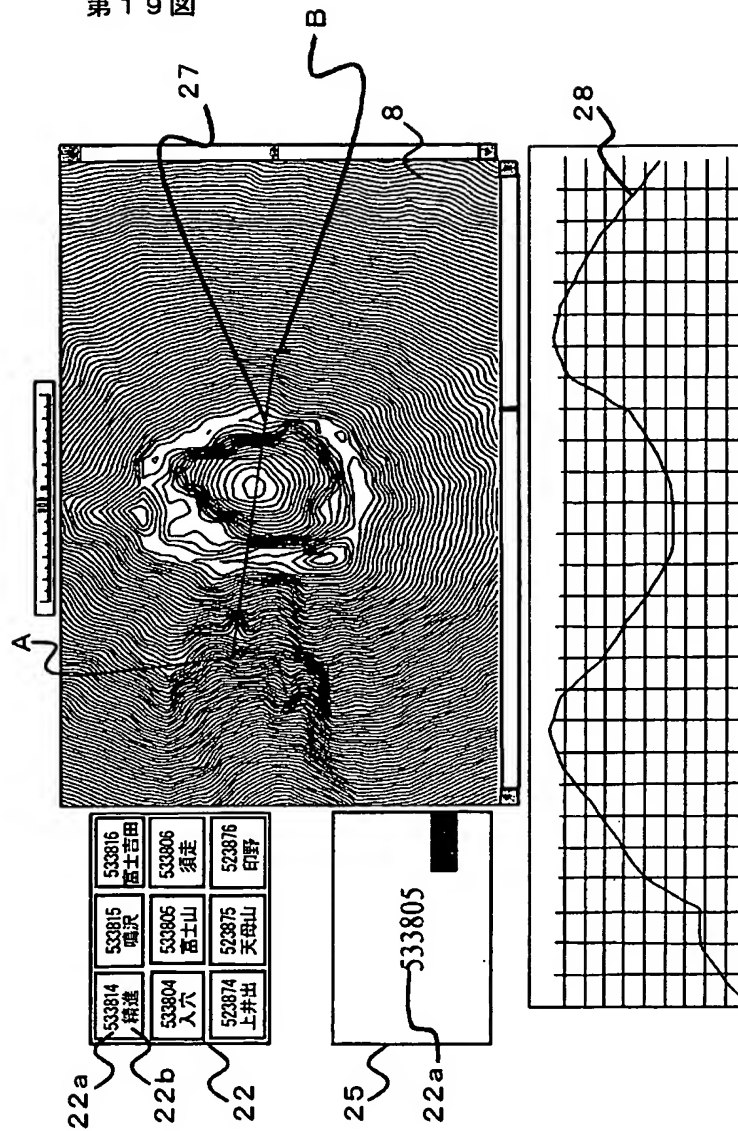
第 18 図



差 替 え 用 紙 (規則26)

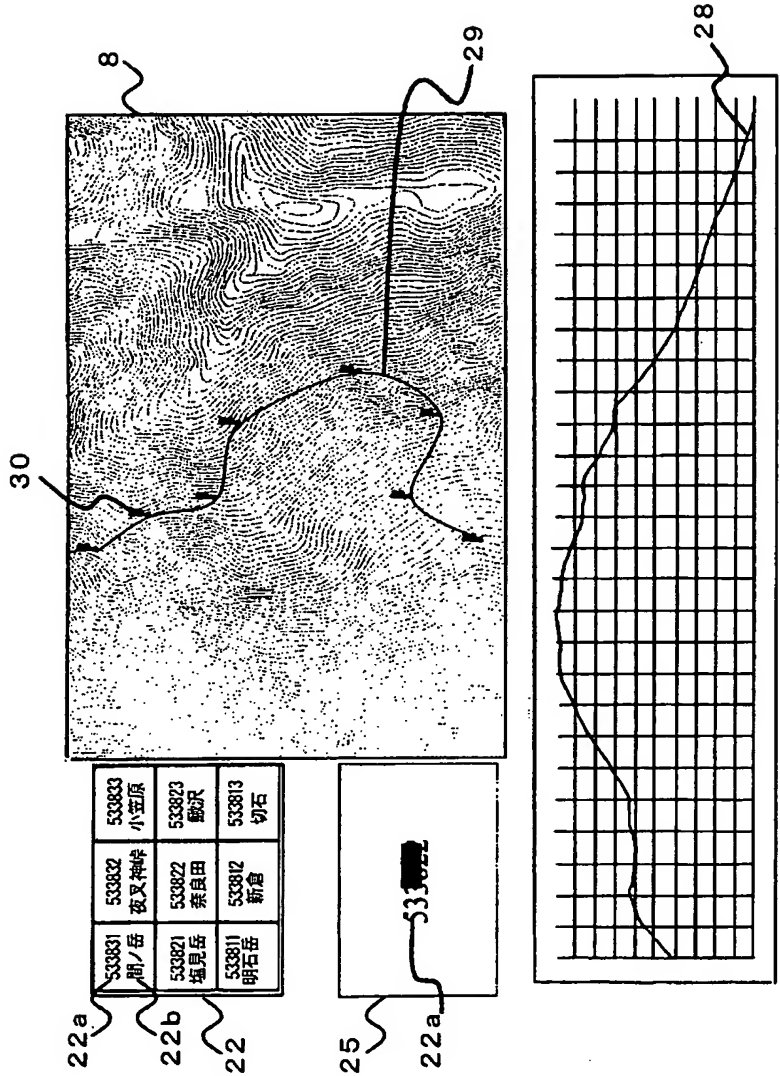
17/21

第19図



差替え用紙(規則26)

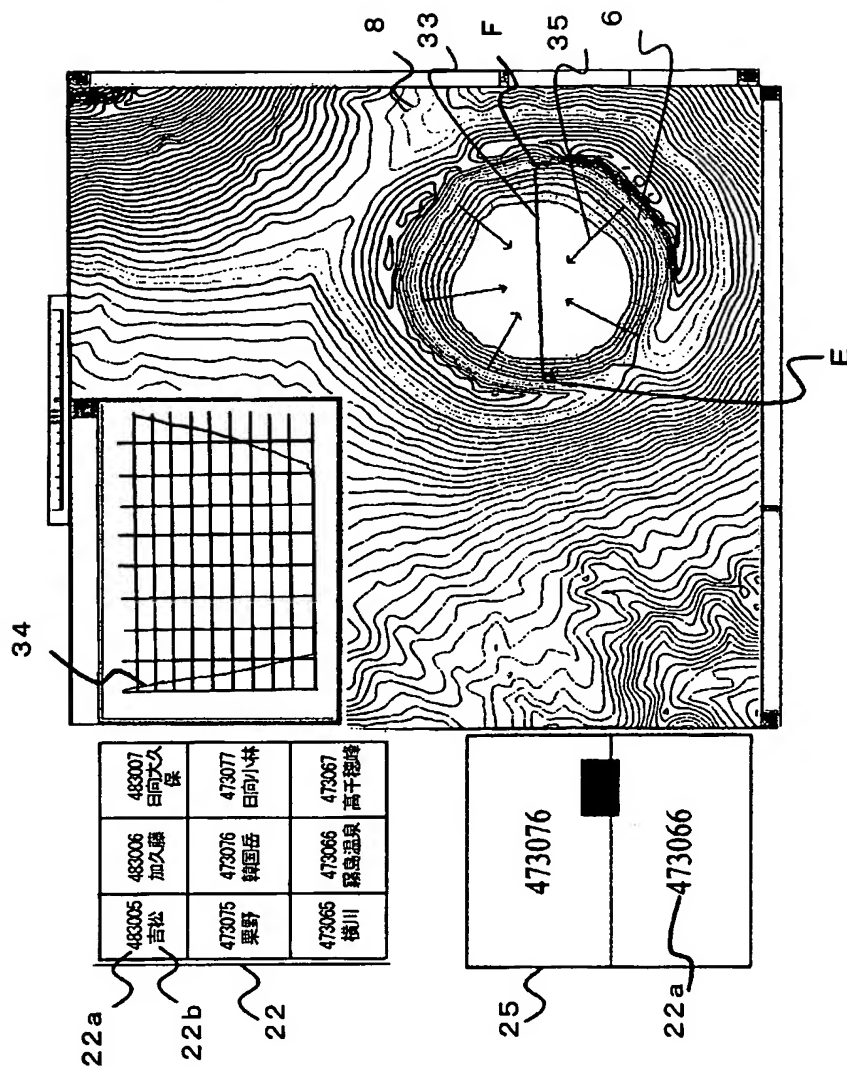
第 20 図





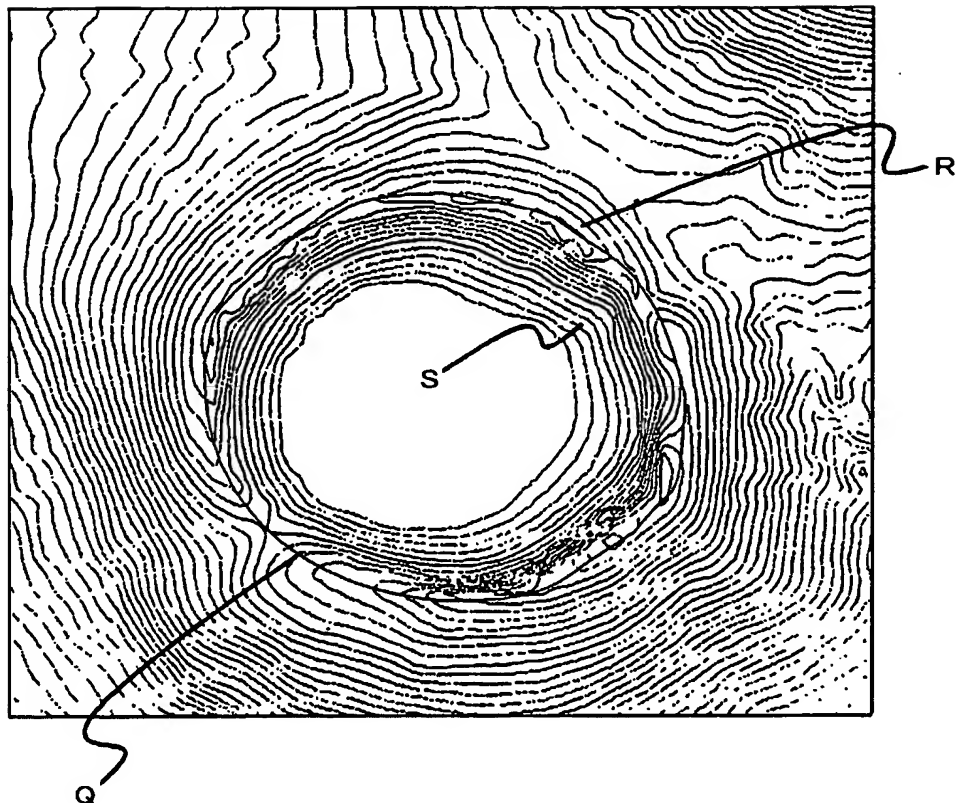
20/21

第 2 2 図



差 替 え 用 紙 (規則26)

第 2 3 図



**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl<sup>7</sup> G09B29/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 Int.Cl<sup>7</sup> G09B29/00-29/14, G06T17/50

 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-67605 A (Hitachi, Ltd. et al.), 11 March, 1994 (11.03.94), Full text; Figs. 1 to 21 (Family: none)	1-15
Y	JP 9-69148 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 11 March, 1997 (11.03.97), Page 3, column 4, lines 38 to 41; page 5, column 7, lines 40 to 50; Figs. 2, 6 (Family: none)	1-3, 5, 6, 15
Y	JP 2000-242812 A (Hitachi, Ltd.), 08 September, 2000 (08.09.00), Full text; Figs. 1 to 35 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

 Date of the actual completion of the international search  
 22 July, 2003 (22.07.03)

 Date of mailing of the international search report  
 05 August, 2003 (05.08.03)

 Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-333563 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18.12.98), Full text; Figs. 1 to 19 (Family: none)	7, 8
Y	JP 11-282861 A (Hitachi, Ltd.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	9
Y	JP 11-282344 A (Pioneer Electronic Corp.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	10
Y	JP 2001-140257 A (JEC Co., Ltd.), 22 May, 2001 (22.05.01), Full text; Figs. 1 to 20 (Family: none)	11-13
	Miyuki KAWASHIMA et al., "Daikibo Setsudan sareta Tokosenzu ni Taisuru Risan Kodo Fuyoho", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 25 September, 1997 (25.09.97), Vol.J80-D-II, No.9, pages 2308 to 2315	14
A	Shigeru MURAKI et al., Seikika-ho ni yoru Tokosen Gazo kara no Kyokumen Saikosei", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 25 November, 1990 (25.11.90), Vol.J73-D-II, No.11, pages 1854 to 1862	1-15
A	Miyuki KAWASHIMA et al., "Voronoi-sen Zuho oyobi Gyaku 2 jo Ba-Model ni yoru Heiretsu Tokosen Joho Shoriho no Kosokuka", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 25 July, 1994 (25.07.94), Vol.J77-D-II, No.7, pages 1219 to 1225	1-15

